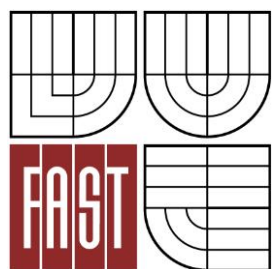




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

KONCERTNÍ STAGE

CONCERT STAGE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

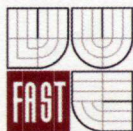
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

RADEK ŽÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Radek Žák
Název Koncertní stage
Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Barnat, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2015
Datum odevzdání bakalářské práce 27. 5. 2016

V Brně dne 30. 11. 2015

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

- [1] ČSN EN 1990- Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991- Zatížení konstrukcí
- [3] ČSN EN 1993- Navrhování ocelových konstrukcí
- [4] ČSN EN 1995- Navrhování dřevěných konstrukcí
- [5] Melcher J., Straka B.: Kovové konstrukce- Konstrukce průmyslových budov, SNTL Praha 1985
- [6] Koželouh B.: Dřevěné konstrukce podle eurokódu 5 - Step 1 Navrhování a konstrukční materiály, Bohumil Koželouh 1998

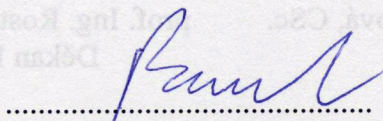
Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Vypracujte návrh nosné konstrukce koncertní stage, která bude trvale umístěna v katastru obce Tišnov. Minimální zastavěná půdorysná plocha je zadána rozměry 20x10 m. Minimální rozpon zastřešení 6 m. Minimální světlá výška je stanovena na 9 m v nejvyšším bodě. Dispoziční řešení navrhnete v souladu s architektonickými požadavky souvisejícími s účelem stavby. Pro nosnou konstrukci užíjte primárně ocel pevnosti S355 nebo vyšší. Vypracujte statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce včetně řešení směrných detailů. Vypracujte technickou zprávu a výkresovou dokumentaci v rozsahu specifikovaném vedoucím práce. Z výkresové dokumentace se předpokládá: dispoziční výkresy, plán kotvení, výkresy směrných detailů a konstrukční výkres vybraných nosných prvků. Popisná data (vkládá student před odevzdáním práce)

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Jan Barnat, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Obsahem bakalářské práce je návrh a statický posudek nosných prvků koncertní stage. Stavba bude umístěna v obci Tišnov. Jedná se o příhradovou rámovou konstrukci dispozičně členěnou na část hlavní a části dvou křídel, která jsou kloubově připojena pomocí čepových spojů k části hlavní. Výška objektu je 12 m, délka 35,6 m a šířka 15 m. Dále byla vypracována výkresová dokumentace, technická zpráva a zpráva o statickém modelu vytvořeném ve výpočetním programu Scia Engineer.

Klíčová slova

stage; podium; ocel; ocelová konstrukce; příhradový vazník; příhradový rám, uzavřený ocelový profil; návrh; dimenzování; posouzení; zatížení; vnitřní síly;

Abstract

The bachelor thesis describes the structural design and structural analysis of load-bearing elements of concert stage. The building is situated in Tišnov. The structure consists of steel truss frame and it is divided into main part and two wings which are pin-supported by pin joints to the main part. The height of the structure is 12 m, length is 35.6 m and width is 15 m. The work also consists of drawings, engineering report and report of structural model created in computational software Scia Engineer.

Keywords

stage; steel; steel structure; truss girder; truss frame; circular hollow section; design; check; load; internal forces;

...

Bibliografická citace VŠKP

Radek Žák *Koncertní stage*. Brno, 2016. 18 s., 120 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Barnat, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23.5.2016

.....
podpis autora
Radek Žák

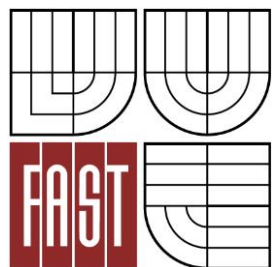
Poděkování:

Děkuji panu Ing. Janu Barnatovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, trpělivost a vstřícnost při konzultacích mé bakalářské práce.

Dále děkuji své rodině, přítelkyni a přátelům za velmi trpělivou podporu.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

KONCERTNÍ STAGE

CONCERT STAGE

TECHNICKÁ ZPRÁVA

ENGINEERING REPORT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

RADEK ŽÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

Obsah

Obsah.....	10
1 Úvod.....	12
2 Normativní dokumenty.....	12
3 Materiál.....	12
4 Výpočet.....	12
5 Zatížení.....	13
5.1 Stálé zatížení.....	13
5.1.1 Vlastní tíha – ZS1.....	13
5.1.2 Ostatní stálé – ZS2.....	13
5.2 Proměnné zatížení.....	13
5.2.1 Vítr – ZS3, ZS4, ZS5.....	13
5.2.2 Sníh – ZS6, ZS7, ZS8.....	13
5.2.3 Světla, zvuk – ZS9.....	13
6 Statické řešení.....	13
7 Podrobný popis konstrukce.....	14
7.1 Hlavní konstrukce.....	14
7.1.1 Vazník.....	14
7.1.2 Vaznice.....	14
7.1.3 Sloup.....	14
7.1.4 Paždík.....	14
7.2 Křídla.....	14
7.2.1 Vazník.....	14
7.2.2 Vaznice.....	14
7.2.3 Sloup.....	15
7.2.4 Paždík.....	15
7.3 Podélné stěnové ztužidlo.....	15
7.4 Podélné střešní ztužidlo.....	15
7.5 Příčné ztužidlo.....	15
7.6 Střešní a obvodový plášť.....	15
8 Kotvení a základy.....	15
8.1 Hlavní konstrukce.....	15
8.2 Křídla.....	16
9 Ochrana konstrukce.....	16

10 Montážní postup.....	16
11 Údržba ocelových konstrukcí.....	16
Literatura.....	17
Seznam příloh.....	18

1 Úvod

Předmětem bakalářské práce je návrh nosné konstrukce trvalé venkovní koncertní stage. Stavba bude umístěna v obci Tišnov. Dispoziční řešení bylo navrženo v souladu s architektonickými požadavky souvisejícími s účelem stavby. Jedná se o příhradovou rámovou konstrukci dispozičně členěnou na část hlavní a části dvou křídel, která jsou kloubově připojena pomocí čepových spojů k části hlavní. Výška objektu je 12 m, délka 35,6 m a šířka 15 m.

2 Normativní dokumenty

Nosná ocelová konstrukce je navržena dle následujících norem:

- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1:
Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3:
Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4:
Obecná zatížení - Zatížení větrem
- ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1:
Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8:
Navrhování styčníků

3 Materiál

Dle zadání byla zvolena ocel pevnostní třídy S355J0. Veškeré šrouby pro spojení jednotlivých prvků budou vyrobeny z oceli pevnostní třídy 5.6. Třída provedení konstrukce je EXC2.

4 Výpočet

Byl vytvořen kompletní prostorový model konstrukce v programu Scia Engineer 14, kde bylo zadáno zatížení jednotlivých zatěžovacích stavů, jejich kombinace a následným výpočtem zjištěny vnitřní síly a deformace jednotlivých prutů. Byla vytvořena dvě lineární (MSÚ A MSP) a jedno nelineární kombinační pravidlo (MSÚ). Na základě těchto kombinačních pravidel bylo vytvořeno celkem 110 kombinací zatížení.

Dále proběhla optimalizace průřezů prvků za účelem hospodárného návrhu. Návrh a posouzení spojů bylo provedeno ručně.

5 Zatížení

5.1 Stálé zatížení

5.1.1 Vlastní tíha – ZS1

Zatížení vlastní tíhou konstrukce bylo vygenerováno programem Scia Engineer. Výpočet je proveden na základě zadaných materiálových charakteristik a definovaných dimenzí průřezů.

5.1.2 Ostatní stálé – ZS2

Ostatní stálé zatížení je tvořeno zatížením střešního pláště na vaznici ($= 0,1 \text{ kN/m}^2$) a zatížením obvodového pláště na paždík ($= 0,07 \text{ kN/m}^2$)

5.2 Proměnné zatížení

5.2.1 Vítr – ZS3, ZS4, ZS5

Lokalita stavby se nachází ve větrové oblasti II, kategorie terénu je zde III ($q_p(z) = 710,27 \text{ N/m}^2$).

Byly modelovány 3 zatěžovací stavy – vítr zleva, vítr zepředu sání a vítr zepředu tlak. Jelikož je konstrukce otevřená ze 2 stran, návrh zatížení se řídil dle ČSN EN 1991-1-4, kapitolou 7.3 Přístřešky.

5.2.2 Sníh – ZS6, ZS7, ZS8

Lokalita stavby se nachází ve sněhové oblasti I ($s = 0,6 \text{ kN/m}^2$). Bylo počítáno s navátím sněhu v místech připojení křídel konstrukce.

Zatěžovací stavy jsou: sníh plný, sníh navátý 1 a sníh navátý 2. Zatěžovací stavy s navátým sněhem obsahují varianty pro hlavní část konstrukce - sníh poloviční pravý, sníh poloviční levý.

5.2.3 Světla, zvuk – ZS9

Tento zatěžovací stav představuje světelnou a zvukovou techniku zavěšenou na spodních pásech vazníků a na vnitřích prutech sloupů. Byla uvažována orientační hodnota 2 kN/m na vaznících a 1 kN/m na sloupech.

6 Statické řešení

Příhradové rámy jsou kloubově uloženy na patkách. Skládají se z příhradových vazníků, které nesou vaznice a střešní plášť, a příhradových sloupů, nesoucích paždíky a obvodový plášť. Vaznice i paždíky jsou kloubově připojeny.

Stabilita konstrukce je zajištěna podélnými a příčnými ztužidly.

7 Podrobný popis konstrukce

7.1 Hlavní konstrukce

7.1.1 Vazník

Vazník je příhradový, o délce 21,6 m, skládající se ze 3 montážních celků. Jeho výška je 1,8 m a vzepětí 950 mm pod úhlem 5°.

Horní pás vazníku je tvořen válcovaným profilem CHS 139.7/5.0, dolní pás profilem CHS 139.7/6.3. Výplňové pruty tvoří diagonály z profilů CHS 88.9/5.0 a svislice z profilů CHS 42.4/4.0.

7.1.2 Vaznice

Vaznice délky 3 m je tvořena válcovaným profilem RHS 120/60/5.0. Je kloubově připojená k vazníku.

Vaznice jsou od sebe 1,8 m a nesou střešní plášť z trapézového plechu.

7.1.3 Sloup

Příhradový sloup výšky 9 m je široký 1,8 m a tvoří 1 montážní celek.

Vnější i vnitřní pás je tvořen válcovaným profilem CHS 193.7/5.0, diagonály profilem CHS 60.3/5.0 a svislice profilem CHS 42.4/4.0.

7.1.4 Paždík

Na bocích konstrukce jsou kloubově připojeny paždíky tvořené profilem CFRHS 80/60/3.0. Jsou 3 m dlouhé a 1,8 m odsazeny od sebe. Je k nim připevněn obvodový plášť z trapézového plechu.

7.2 Křídla

7.2.1 Vazník

Vazník je příhradový, o délce 6 m, skládající se z 1 montážního celku. Jeho výška je 1 m a vzepětí 598 mm pod úhlem 5°.

Horní pás a dolní pás vazníku je tvořen válcovaným profilem CHS 76.1/5.0. Výplňové pruty tvoří diagonály z profilů CHS 76.1/5.0 a svislice z profilů CHS 42.4/3.2.

7.2.2 Vaznice

Vaznice délky 3 m je tvořena válcovaným profilem RHS 150/100/5.0. Je kloubově připojená k vazníku.

Vaznice jsou od sebe 2,0 m a nesou střešní plášť z trapézového plechu.

7.2.3 Sloup

Příhradový sloup výšky 6,675 m je široký 1 m a tvoří 1 montážní celek.

Vnější pás je z válcovaného profilu CHS 88.9/4.0. Vnitřní pás je tvořen válcovaným profilem CHS 114.3/6.3, diagonály profilem CHS 42.4/3.2.

7.2.4 Paždík

Na bocích konstrukce jsou kloubově připojeny paždíky profilu CFRHS 70/50/4.0. Jsou 3 m dlouhé a 1,933 m odsazeny od sebe. Je k nim připevněn obvodový plášť z trapézového plechu.

7.3 Podélné stěnové ztužidlo

Skládá se z horizontálního a diagonálního prutu mezi vazbami v rovinách B, G, K, N a S dle označení v dispozici konstrukce. Tyto pruty jsou z válcovaných průřezů CHS 48.3/5.0.

7.4 Podélné střešní ztužidlo

Tvořeno diagonálami pruty mezi vazbami v rovinách A-B a K-L. Budou vyrobeny z průřezu CHS 42.4/4.0.

7.5 Příčné ztužidlo

Navrženo s vyloučením tlaku. Příhradové ztužidlo situováno mezi vazbami 3 a 4 hlavní konstrukce a mezi vazbami 2 a 3 křídla.

7.6 Střešní a obvodový plášť

Nosnou část střešního pláště tvoří trapézový plech TR 60/235 tl. 1 mm uvažovaný jako spojitý nosník o 3 polích, vzdálenost podpor 1,8 m. Obvodový plášť je z trapézového plechu TR 60/235 tl. 0,6 mm.

8 Kotvení a základy

8.1 Hlavní konstrukce

Kotvení bude provedeno na lepené kotvy Hilti HIT-RE 500, se šrouby HAS M 33x300/80 – 8 x na jednu patku. Patní plech je P30 – 620 x 400 mm, kotevní zarážka z IPE 100 délky 100 mm. Podlité je tloušťky 40 mm. Betonové základy budou z betonu C20/25 o rozměrech 820 x 600 mm.

8.2 Křídla

Kotvení bude provedeno na lepené kotvy Hilti HIT-RE 500, se šrouby HAS-E M 20x170/68 – 8 x na jednu patku. Patní plech je P10 – 300 x 200 mm, kotevní zarážka z IPE 80 délky 80 mm. Podlití je tloušťky 30 mm. Betonové základy budou z betonu C20/25 o rozměrech 420 x 360 mm.

9 Ochrana konstrukce

Na celou nosnou konstrukci bude nanesen antikorozní nátěr firmy GEHOLIT+WIEMER o celkové tloušťce 240 µm sestávající se ze základní vrstvy GEHOTEX-W92-Metallgrund o tloušťce 80 µm, mezinátěru GEHOTEX-W92 o tloušťce 80 µm a vrchního nátěru WIEREGEN-M87 tloušťky 80 µm. Podle požadované požární odolnosti konstrukce bude proveden nátěr protipožární. Po montáži dílcu musí dojít k přetření poškozených míst.

10 Montážní postup

Nejprve se vybetonují patky konstrukce. Montážní dílce se postupně dovezou na stavbu, kde budou smontovány na zemi. Vztyčí se první 2 rámové vazby hlavní konstrukce, proběhne polohová rektifikace, bude zřízeno dočasné podepření a tato část konstrukce se zakotví. Následně se spojí vaznicemi, paždíky, podélným stěnovým a střešním ztužidlem. Dočasné podepření je možné zrušit. Dále se vztyčí další vazba, dočasné podepře, zakotví, spojí všemi konstrukčními prvky a odebere se dočasné podepření – takto se bude pokračovat, až bude hlavní konstrukce úplná. Následně je možné vztyčit první 2 rámové vazby křídel, polohově je rektifikovat, zřídit dočasné podepření, zakotvit a připojit k hlavní konstrukci. Následně se podepření zruší. Nakonec se vztyčí poslední rámová vazba křídla, která se po vztyčení, rektifikaci, podepření a zakotvení připojí vaznicemi, paždíky a ztužidly a připojí se k hlavní konstrukci. Nakonec se odebere dočasné podepření poslední rámové vazby.

11 Údržba ocelových konstrukcí

Konstrukce musí být pravidelně a řádně kontrolována – prohlídkami minimálně jednou za 5 let. V zimním období je nutná kontrola výšky sněhové pokrývky – zejména v místech možných návějí – připojení křídel. Při překročení navrhových hodnot zatížení sněhem je nutné zajistit jeho odklizení.

Literatura

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
- [3] ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
- [4] ČSN 01 3483 Výkresy kovových konstrukcí
- [5] MELCHER, J., PILGR M. Kovové konstrukce I: MODUL BO04 - M04 Sloupy a větrové ztužidlo. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 48 s.
- [6] Statické tabulky. [online] [cit. 24.5.2016]. Dostupné: <<http://www.staticstools.eu/>>.
- [7] Ocelové konstrukce. O.S.A. s.r.o.. [online]. 2015 [cit. 25.5.2016]. Dostupné: <<http://www.osa.eu/produkty/ocelove-konstrukce/>>.
- [8] Rábová, Z., Hanáček, P., Peringer, P., Přikryl, P., Křena, B.: Užitečné rady pro psaní odborného textu [online]. 1.11.2008 [cit. 24.5.2016]. Dostupné: <http://www.fit.vutbr.cz/info/statnice/psani_textu.html>

Seznam příloh

P.1. STATICKÝ VÝPOČET, 46 str.

P2. VÝSTUP Z PROGRAMU SCIA ENGINEER, 70 str.

P.3. VÝKRESY:	P.2.1. DISPOZICE A ŘEZY	M 1:100	formát A2
	P.2.2. VÝROBNÍ VÝKRES DÍLCE	M 1:25, 1:10	formát A2
	P.2.3. VÝKRES SMĚRNÝCH DETAILŮ	M 1:5, 1:3	formát A3
	P.2.4. PLÁN KOTVENÍ	M1:100, 1:10	formát A1